

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

---

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-175875

(43)Date of publication of application : 27.06.2000

(51)Int.Cl. A61B 5/05  
// G01B 7/28

(21)Application number : 10-359251

(71)Applicant : KAO CORP

(22)Date of filing : 17.12.1998

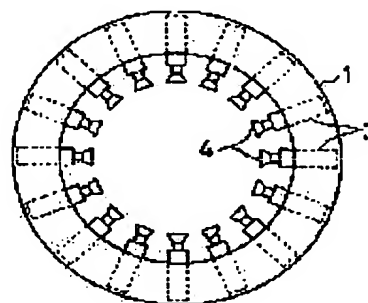
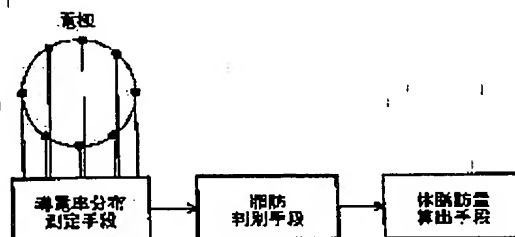
(72)Inventor : YAMAGUCHI TORU  
FUKUHARA MASAKI

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING BODY FAT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure the amount of body fat by using an impedance CT.

SOLUTION: A plurality of electrodes 4 are arranged in a manner to surround the abdominal section of a human body, and brought into contact with the abdominal section. A current is made to flow between two electrodes which are selected in order from among the plurality of electrodes 4, and an electric potential which is obtained by the remaining electrodes 4 or an electric potential difference between electrodes is measured, and a conductivity distribution on the cross section of the abdominal section of the human body is obtained based on the measured data. By comparing the conductivity of each region of the cross section of the abdominal section of the human body based on the conductivity distribution, with a threshold value, fat and textures other than fat are discriminated. Based on the discrimination result, a body fat percentage is calculated from the area of fat based on the total area of the cross section of the abdominal section of the human body, as a body fat amount.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-175875

(P2000-175875A)

(43) 公開日 平成12年6月27日 (2000.6.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード (参考)

A 6 1 B 5/05

A 6 1 B 5/05

B 2 F 0 6 3

// G 0 1 B 7/28

G 0 1 B 7/28

Z 4 C 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-359251

(22) 出願日

平成10年12月17日 (1998.12.17)

(71) 出願人 000000918

花王株式会社

東京都中央区日本橋茅場町1丁目14番10号

(72) 発明者 山口 亨

栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606 花王株式会社  
社研究所内

(72) 発明者 福原 正樹

栃木県芳賀郡市貝町赤羽2606 花王株式会社  
社研究所内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

Fターム (参考) 2F063 AA48 BA29 DA05 DD06 FA00

4C027 AA06 EE01 EE03 EE05 FF01

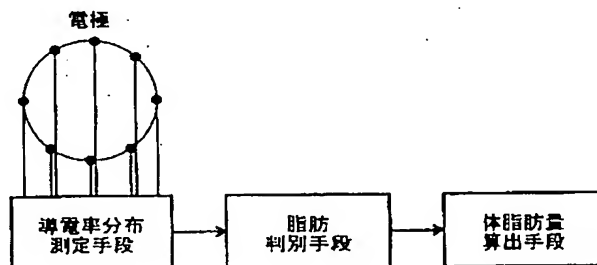
GG00 HH11 KK00 KK01 KK03

(54) 【発明の名称】 体脂肪計測方法及び計測装置

(57) 【要約】

【課題】 インピーダンスCTを用いて、体脂肪量を計測する。

【解決手段】 人体腹部を取り囲むように複数の電極を配置して接触させる。前記複数の電極のうち、順次選択される2つの電極間に電流を流して、残りの電極によって得られる電位若しくは電極間の電位差を測定し、該測定データに基づいて人体腹部断面の導電率分布を得る。この導電率分布に基づく人体腹部断面の各部位の導電率をしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織とを判別する。この判別結果に基づいて、体脂肪量として、人体腹部断面の総面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】人体腹部を取り囲むように複数の電極を配置して接触させ、

前記複数の電極のうち、順次選択される 2 つの電極間に電流を流して、残りの電極によって得られる電位若しくは電極間の電位差を測定し、該測定データに基づいて人体腹部断面の導電率分布を得、

この導電率分布に基づく人体腹部断面の各部位の導電率をしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織とを判別し、

この判別結果に基づいて、体脂肪量を算出することを特徴とする体脂肪計測方法。

【請求項 2】前記体脂肪量として、人体腹部断面の総面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出することを特徴とする請求項 1 記載の体脂肪計測方法。

【請求項 3】人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出することにより、人体腹部断面を確定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の体脂肪計測方法。

【請求項 4】電流を流す際に、電流周波数を調整することを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つに記載の体脂肪計測方法。

【請求項 5】人体腹部を取り囲むように配置されて接触する複数の電極と、

前記複数の電極のうち、順次選択される 2 つの電極間に電流を流して、残りの電極によって得られる電位若しくは電極間の電位差を測定し、該測定データに基づいて人体腹部断面の導電率分布を得る導電率分布測定手段と、この導電率分布に基づく人体腹部断面の各部位の導電率をしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織とを判別する脂肪判別手段と、

この判別結果に基づいて、体脂肪量を算出する体脂肪量算出手段と、

を含んで構成されることを特徴とする体脂肪計測装置。

【請求項 6】前記体脂肪量算出手段は、体脂肪量として、人体腹部断面の総面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出することを特徴とする請求項 5 記載の体脂肪計測装置。

【請求項 7】前記電極を吸盤構造としたことを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 記載の体脂肪計測装置。

【請求項 8】人体腹部を取り囲む環状の支持体に半径方向に移動可能な複数のストローク体を装着し、これらのストローク体にそれぞれ前記電極を取付けたことを特徴とする請求項 5～請求項 7 のいずれか 1 つに記載の体脂肪計測装置。

【請求項 9】人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出する位置検出装置を備えて、前記複数の電極の位置より、人体腹部断面を確定することを特徴とする請求項 5～請求項 8 のいずれか 1 つに記載の体脂肪計測装置。

【請求項 10】人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出する位置検出装置を備えて、前記複数の電極の位

置より、人体腹部断面を確定し、前記位置検出装置は、前記各ストローク体のストローク量に基づいて各電極の位置を検出することを特徴とする請求項 8 記載の体脂肪計測装置。

【請求項 11】前記位置検出装置は、超音波、マイクロ波、光のうちいずれか 1 つを用いて、非接触式に、各電極の位置を検出することを特徴とする請求項 9 記載の体脂肪計測装置。

【請求項 12】人体腹部断面における脂肪とそれ以外の組織との判別結果を画像情報として出力可能な画像出力装置を備えることを特徴とする請求項 5～請求項 11 のいずれか 1 つに記載の体脂肪計測装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、健康管理のため、具体的には、健康食品（例えば体内の脂肪を燃焼させる効果のある食用油）による体脂肪低減効果を実感したり、フィットネスクラブ等で運動による体脂肪低減効果を確認したりするため、更には、学校等で身体測定をする際などに使用する、インピーダンス CT を用いた体脂肪計測方法及び計測装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】人体に堆積する脂肪は、その位置から、皮下脂肪と内臓脂肪とに分類できるが、健康を維持管理する上で重要な対象は、内臓脂肪であるとされている。

【0003】皮下脂肪のみならず内臓脂肪をも測定可能なシステムには、X 線 CT、MRI 等がある。これらは、内臓脂肪の絶対量又は変動量を選択的に測定可能であるが、極めて複雑かつ高価で、しかも機器の維持管理が煩雑であり、一般人が健康管理のために日常的に使用できるものではない。

【0004】また、市販されている、両手先間、又は両足先間、又は手先から足先を電流の流路とする電気インピーダンスを測定して除脂肪量を推定し、さらに体重や身長等の補助データから体脂肪率を推定するシステムでは、腹部を電流の流路とすると、その断面積が、脚部や腕部と比較して数十倍大きいために、総インピーダンスに対する内臓脂肪量の寄与が低く、その変化が非常につかみにくいという欠点があった。さらに、除脂肪量から体脂肪を間接的に推定しているために、起床時等の体液が相対的に少ない時と、水分を十分補給した後とでは、体脂肪率が、実際以上に大きく変化するという深刻な問題があった。

【0005】また、超音波を応用したシステムでは、体表に近い皮下脂肪を測定するには十分であるものの、体内の深部に存在する内臓脂肪を実用上十分な精度でとらえることは、測定原理上困難であった。

【0006】そこで、本発明者らは、インピーダンス CT 法に注目した。インピーダンス CT 法は、測定対象に電流を印加し、その表面上で測定した電位又は電位差か

ら測定対象の内部の導電率分布を推定しようとする技術で、人体に対しては、胸部及びその周辺の断層像を得るために専ら用いられる（特開平 9-281066 号公報参照）。

【0007】とはいっても、インピーダンス CT 法は、従来、医学的に疾病部位を探索または観察して診断を下す目的で研究されているものであるが、その目的達成のためには、画像の分解能といった性能が不十分である。また映像をより正確に再構成させるには、高価な電子計算機を長い時間占有してしまうため、医学の分野でも実用には至っていない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、電気伝導度が小さい脂肪と、それより電気伝導度が一般に 10 倍以上大きい血液等の体液を多く含むそれ以外の組織とに分離することのみに目的を特化すれば、インピーダンス CT 法を比較的手軽に利用できると考え、健康管理のための、インピーダンス CT を用いた体脂肪計測方法及び計測装置を提供することを本発明の目的とした。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明では、図 1 に示すように、人体腹部を取り囲むように配置されて接触する複数の電極と、前記複数の電極のうち、順次選択される 2 つの電極間に電流を流して、残りの電極によって得られる電位若しくは電極間の電位差を測定し、該測定データに基づいて人体腹部断面の導電率分布を得る導電率分布測定手段と、この導電率分布に基づく人体腹部断面の各部位の導電率をしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織（筋肉、骨、臓器等）とを判別する脂肪判別手段と、この判別結果に基づいて、体脂肪量を算出する体脂肪量算出手段と、を含む構成とする。

【0010】すなわち、人体腹部を取り囲むように複数の電極を配置して接触させ、前記複数の電極のうち、順次選択される 2 つの電極間に電流を流して、残りの電極によって得られる電位若しくは電極間の電位差を測定し、該測定データに基づいて人体腹部断面の導電率分布を得、この導電率分布に基づく人体腹部断面の各部位の導電率をしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織とを判別し、この判別結果に基づいて、体脂肪量を算出するのである。

【0011】ここで、前記体脂肪量としては、人体腹部断面の総面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出するとよい。また、人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出することにより、人体腹部断面（輪郭）を確定するとよい。

【0012】また、電流を流す際に、電流周波数を調整するとよい。電流周波数によって、組織毎にインピーダンスが異なるからである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について説明する。図 2 は本発明の一実施形態を示す電極装着装置側の構成図、図 3 はその平面図である。

【0014】人体腹部を取り囲むことのできる大きさの環状の支持体 1 があり、これは複数のエアシリンダにより構成される昇降装置 2 により昇降可能である。従って、環状の支持体 1 内に人を立たせた状態で、身長に合わせ、支持体 1 を腹部の高さに位置させることができる。

【0015】環状の支持体 1 には、等間隔に、複数のストローク体（エアシリンダ）3 が内蔵され、各ストローク体 3 は半径方向に移動可能で、支持体 1 内面側より突出可能である。そして、各ストローク体 3 の突出端部に、吸盤構造の電極 4 が設けられている。

【0016】吸盤構造の電極 4 は、図 4 に示すように、支持部 5 先端の金属製碗状体 6 に、接触抵抗を少なくする目的で所定形状でかつ柔軟性を有するウレタン樹脂に食塩水を含ませてなる導電性の含水性ゲル 7 を被せたもので、中央部に孔 8 を設けて、支持部 5 側面のコネクタパイプ 9 を介して負圧源と接続することで、負圧により吸着保持されるようにしてある。もちろん、金属製碗状体 6 からは後方ヘリド線（図示せず）が引出されていて、これにより通電又は電位検出が可能である。尚、この電極 4 自体は心電図用電極として用いられているものである。

【0017】従って、複数のストローク体 3 を内方へ突出させることで、複数の電極 4 を人体の腹部を取り囲むように接触させることができ、また吸盤構造とすることで、接触状態で保持させることができる。

【0018】また、人体腹部に接触させた複数の電極 4 の位置を検出する位置検出装置として、各ストローク体 3 のストローク量を検出するストロークセンサ（図示せず）が設けられている。

【0019】図 5 は演算処理装置側の構成図である。前記複数の電極 4 は電流電極選択用スイッチ 11 及び電圧電極選択用スイッチ 12 に接続されている。

【0020】ここにおいて、パーソナルコンピュータ 13 からの指令に従って、電流電極選択用スイッチ 11 により、前記複数の電極 4 のうち、いずれか 2 つを電流電極として選択し、交流発振器 14 の出力を電流・電圧変換器 15 により変換して印加することで、電流電極間に所定の電流を流すことができる。

【0021】また、電圧電極選択用スイッチ 12 により、残りの電極を電圧電極として選択し、順次、その電位又は電極間の電位差を差動増幅器 16 及び A/D 変換器 17 を介して、パーソナルコンピュータ 13 に取込むことができる。

【0022】パーソナルコンピュータ 13 にはまた、前記ストロークセンサにより構成される位置検出装置 18 から信号が入力される。図 6 はパーソナルコンピュータ

13の演算処理手順を示すフローチャートである。

【0023】ステップ1（図にはS1と記す。以下同様）では、ストロークセンサにより構成される位置検出装置からの信号に基づいて、人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出し、これにより人体腹部断面（輪郭）を確定する。

【0024】ステップ2では、インピーダンスCTにより人体腹部断面の導電率分布を測定する。具体的には、図7を参照し、例えば16個の電極a～pのうち、選択された2つの電極a、b間に電流源を接続して電流電極とし、他の電極c～pを電圧電極として、これらの電圧電極の電位又はこれらの中から順次選んだ2つの電極間の電位差を測定する。図7には測定対象を均質な生体と仮定した場合の等電位分布を示してあり、実際に人体の腹部断面を測定した場合には、導電率の高い部分（インピーダンス小の部分）と導電率の低い部分（インピーダンス大の部分）とが存在することで、等電位線の間隔等が変化する。

【0025】次に、電流電極を他の2つの電極（例えばb、c又はa、cなど）に変え、同様の測定を繰り返す。このように、次々と電流電極の組み合わせを変えて、すべての組み合わせについて、データを収集する。

【0026】そして、収集されたデータを基にして、特開平9-281066号公報に記載されているような手法で、ポアソン方程式を解くか、あるいは、ある仮定をもとにX線CTと同様に、逆投影法により測定対象内の導電率分布の推定（像の再構成）を行う。

【0027】ステップ3では、測定された人体腹部断面の導電率分布に基づき、各部位（画像のピクセル毎）の導電率を予め定めたしきい値と比較することにより、脂肪とそれ以外の組織とを判別する。具体的には、導電率がしきい値より小さい部位を脂肪と判別し、導電率がしきい値より大きい部位を脂肪以外の組織と判別する。

【0028】ステップ4では、判別結果に基づいて、体脂肪量、特に、人体腹部の断面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出する。以上のようなパーソナルコンピュータ13による演算処理結果は、体脂肪率としてその数値を表示出力するのみならず、人体腹部断面における脂肪とそれ以外の組織との判別結果を、画像出力装置19（図5）により、図8に示すような画像情報として出力する。

【0029】図8において、黒く表示される部分が脂肪であり、外側の部分が皮下脂肪、内側の部分が内臓脂肪である。従って、画像情報から皮下脂肪と区別して内臓脂肪の状態を観察可能である。

【0030】尚、CTインピーダンスによる測定の際に、電流周波数を調整することにより、組織の電気インピーダンスの周波数特性の相違から、脂肪のそれ以外の組織との判別結果を良好ならしめることができる。更には、複数の電流周波数で計測を行って、判別結果を得

ることにより、これらを総合して、より良好に前述の判別をすることもできる。

【0031】次に本発明の他の実施形態について説明する。図9は本発明の他の実施形態を示す電極装着装置側の構成図である。本実施形態では、環状の支持体1は、前後に2分割され、後側の分割体1Aに対し、前側の分割体1Bは、ヒンジ21による結合により開閉できるようになっている。そして、後側の分割体1Aには、スライド部22が一体に形成され、スライド部22が壁面に沿って上下方向に延びる一対のガイドレール23に沿って昇降できるようになっている。この環状の支持体1に対する電極4の取付構造は、図3と同様である。

【0032】図10は本発明の更に他の実施形態を示す電極装着装置側の構成図である。本実施形態では、お立ち台31の上に人を立たせ、吸盤状の電極4は所定の順序で人手により装着する。一方、お立ち台31を囲む角度センサ付きのターンテーブル32に支持脚33を介して非接触距離センサ34が取付けられている。非接触距離センサ34は、超音波、マイクロ波、光などを発するもので、各電極4にこれらに対する反射体などを持たせておくことにより、各電極4の位置を検出可能である。従って、非接触距離センサ34が、人体腹部に接触させた複数の電極4の位置を検出する位置検出装置を構成する。

【0033】

【発明の効果】本発明によれば、インピーダンスCT法を用いるため、従来方法よりも精度良く体脂肪量を直接的に観測することができる。また、導電率が大きく異なる、脂肪とそれ以外の組織との分離のみを目的としているので、画像再構成の際に十分計算が収束する前に計算を打ち切ることができるなど、計算時間を大幅に短縮できる。

【0034】また、体脂肪量として、人体腹部断面の総面積に対する脂肪の面積より、体脂肪率を算出することで、体脂肪量が直接的に求められる。また、人体腹部に接触させた複数の電極の位置を検出することで、人体腹部断面の輪郭を確定させることができる。

【0035】また、電流を流す際に、電流周波数を調整することで、種々の角度から脂肪とそれ以外の組織とを判別でき、判別の正確さを増すことができる。また、電極を吸盤構造とすることで、装着が容易となる。

【0036】また、人体腹部を取り囲む環状の支持体に半径方向に移動可能な複数のストローク体を装着し、これらのストローク体にそれぞれ電極を取付けることで、複数の電極を所定の間隔で装着させることができる。

【0037】また、電極の位置の検出を、前記各ストローク体のストローク量に基づいて行うことで、上記輪郭の測定の正確さを増すことができる。また、電極の位置の検出を、超音波、マイクロ波、光のうちいずれか1つを用いて、非接触式に行うことで、電極を人手により装

着する場合にも対応できる。

【0038】また、人体腹部断面における脂肪とそれ以外の組織との判別結果を画像情報として出力することで、画像上の位置から皮下脂肪と内臓脂肪とを判別できるので、内臓脂肪の量を容易に把握できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の構成を示す機能ブロック図

【図2】 本発明の一実施形態を示す電極装着装置側の構成図

【図3】 同上の電極装着装置側の平面図

【図4】 電極構造を示す図

【図5】 演算処理装置側の構成図

【図6】 演算処理手順を示すフローチャート

【図7】 インピーダンスCT法の説明図

【図8】 脂肪とそれ以外の組織との判別結果の画像情報の例を示す図

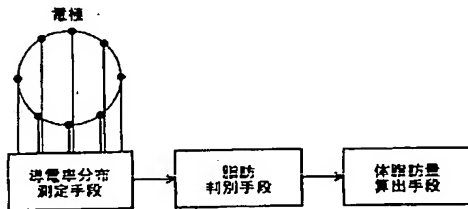
【図9】 本発明の他の実施形態を示す電極装着装置側の構成図

【図10】 本発明の更に他の実施形態を示す電極装着装置側の構成図

【符号の説明】

- 1 支持体
- 2 昇降装置
- 3 ストローク体
- 4 電極
- 5 支持部
- 11 電流電極選択用スイッチ
- 12 電圧電極選択用スイッチ
- 13 パーソナルコンピュータ
- 14 交流発振器
- 18 位置検出装置
- 19 画像出力装置

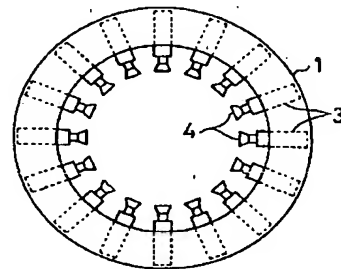
【図1】



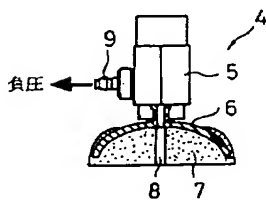
【図2】



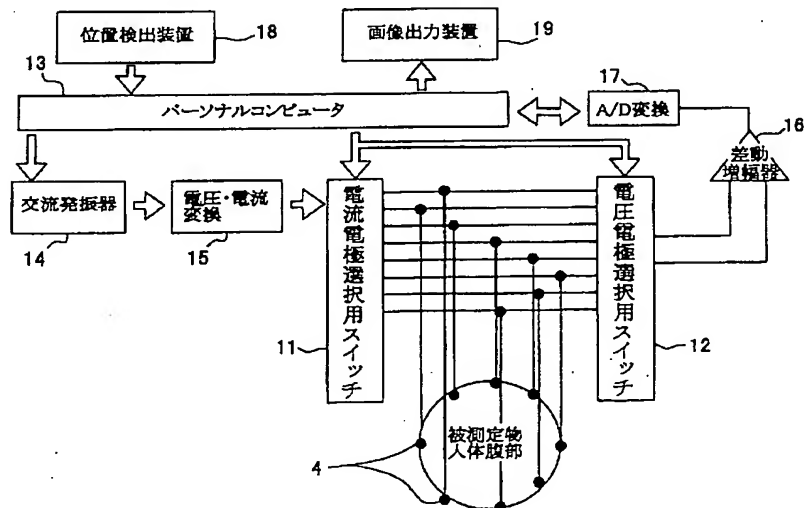
【図3】



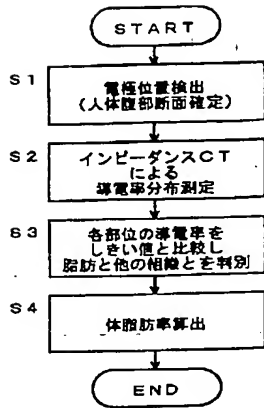
【図4】



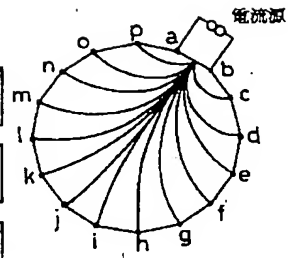
【図5】



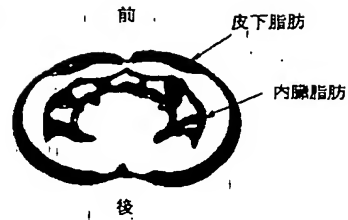
【図6】



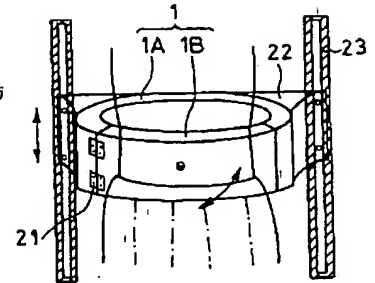
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

